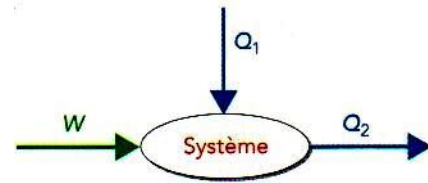


**EXERCICES p : 365 à 373 .Ch.14. TRANSFERTS MACROSCOPIQUES D'ENERGIE.****Ch.14. N°13 p : 365 : Calculer une variation d'énergie interne**

On considère un système qui échange de l'énergie avec l'extérieur. On a représenté sur le schéma ci-contre ces transferts. On donne  $|W| = 120 \text{ J}$ ,  $|Q_1| = 100 \text{ J}$  et  $|Q_2| = 200 \text{ J}$ .

1. Quelles sont les causes possibles d'une variation de l'énergie interne d'un système?
2. Préciser les signes des transferts d'énergie  $W$ ,  $Q_1$  et  $Q_2$ . Justifier la réponse.
3. Quelle est la variation de l'énergie interne du système ?

**Comment s'effectuent les transferts thermiques ?****N°14 p : 365 : Identifier des modes de transferts thermiques**

Certaines douches solaires sont constituées d'un sac plastique noir dans lequel on place de l'eau et que l'on expose au Soleil.

Identifier le mode de transfert thermique :

- a. du Soleil vers le sac plastique;
- b. du sac plastique vers l'eau qu'il contient;
- c. dans l'eau contenue dans le sac plastique.

**N°15 p : 365 : Illustrer des modes de transferts thermiques**

En été et par beau temps, l'eau d'une piscine est à la température de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . La température de l'air est de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  et celle du sol qui entoure la piscine est de  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dans cette situation, donner un exemple où un transfert thermique a lieu :

- a. par conduction;
- b. par convection;
- c. par rayonnement.

**N°16 p : 365 : Reconnaître un mode de transfert**

Lors de la découpe d'une plaque métallique à l'aide d'une scie à métaux, on constate un échauffement important de la plaque et de la scie.

1. Comment varie l'énergie interne de la plaque métallique lors du découpage?
2. Par quel mode de transfert subit-elle cette variation d'énergie interne?

**N°17 p : 365 : Calculer et exploiter un flux thermique**

On peut trouver sur le marché des casseroles en aluminium et d'autres en cuivre.

Pour déterminer lequel de ces deux matériaux est celui qui transfère l'énergie thermique le plus rapidement, Marc utilise deux plaques de mêmes dimensions, l'une en cuivre et l'autre en aluminium.

Il maintient un écart de température constant et égal à  $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$  entre les deux faces planes et parallèles de la plaque de cuivre. Le transfert thermique, pendant une durée de 15 min, entre les deux faces est  $Q_{Cu} = 4,4 \times 10^6 \text{ J}$ . Ensuite, il procède de même avec la plaque d'aluminium dont la résistance thermique est  $R_{th,Al} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$ .

Donnée : Le flux thermique a pour expression :  $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$

1. Quel est le flux thermique qui traverse :
  - a. la plaque de cuivre ?
  - b. la plaque d'aluminium ?
2. Pour des dimensions identiques, quel est le matériau qui transfère le plus rapidement l'énergie thermique ?

**N°18 p : 365 : Calculer une énergie thermique transférée**

La fenêtre d'une chambre est constituée d'un simple vitrage.

La température de la chambre est  $T_i = 19 \text{ }^\circ\text{C}$  et la température extérieure  $T_e = -1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ces températures sont considérées constantes.

1. Schématiser la situation en précisant le sens du transfert thermique à travers la vitre.
2. Calculer la valeur du flux thermique à travers la vitre.
3. Quelle est l'énergie thermique transférée en 1,25 h?

Données: Le flux thermique s'écrit  $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$  ; La résistance thermique de cette vitre est :  $R_{th} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ .

**Comment établir un bilan d'énergie ?****Ch.14. N°19 p : 366 : Établir un bilan énergétique**

Un cumulus électrique est une réserve d'eau chauffée par un conducteur ohmique. En l'absence de chauffage, la température de l'eau chaude qu'il contient diminue au fil des heures.

On souhaite faire le bilan énergétique de l'eau contenue dans le cumulus.

1. Définir le système étudié.
2. Relever la nature des transferts énergétiques entre ce système et l'extérieur.
3. Repérer le sens de ces transferts et leur attribuer un signe.
4. Présenter le bilan énergétique à l'aide d'un schéma.

**POUR S'ENTRAINER.****Ch.14. N°20 p : 366. Des nombres astronomiques à l'échelle microscopique !**

**COMPÉTENCES :** Calculer; faire preuve d'esprit critique.

En 2011, on dénombre 7,0 milliards d'êtres humains sur Terre.

Le nombre d'étoiles de la Voie lactée est évalué à 234 milliards et celui d'étoiles dans l'Univers à  $7 \times 10^{22}$ .

1. Que représente la constante d'Avogadro ?
2. Convertir en moles les nombres cités ci-dessus.
3. Pourquoi avoir introduit la quantité de matière en chimie ?

Donnée :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**N°21 p : 366. Chacun son domaine et les unités seront bien gardées !** **COMPÉTENCES : Extraire des informations; calculer.**

Suivant que le système étudié est défini à l'échelle microscopique ou à l'échelle macroscopique, on n'utilise pas toujours les mêmes grandeurs ou les mêmes unités. Par exemple, la constante de Boltzmann  $k_B$  et la constante molaire des gaz parfaits  $R$  sont utiles notamment pour modéliser le comportement d'un gaz. La charge élémentaire  $e$  et la constante de Faraday  $F$  permettent d'exprimer des charges électriques.

De même, l'unité de masse atomique, de symbole  $u$ , et le gramme,  $g$ , permettent d'exprimer des masses. L'unité de masse atomique est définie comme le douzième de la masse d'un atome de carbone 12.

1. Quel est le facteur de proportionnalité entre :

- la constante molaire des gaz parfaits et la constante de Boltzmann?
- la constante de Faraday et la charge élémentaire?
- le gramme et l'unité de masse atomique?

2. Dans un tableau, regrouper les grandeurs et les unités relatives au domaine microscopique et celles relatives au domaine macroscopique.

3. Quel est l'intérêt de définir des unités hors du Système International comme l'unité de masse atomique?

Données:  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ ;  $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ ;  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $M(^{12}\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Ch.14. N°22 p : 366. Calculer une variation de température** **COMPÉTENCES : Reasonner; calculer.**

Dans un radiateur à bain d'huile, des conducteurs ohmiques chauffent l'huile qu'il contient. En refroidissant, cette huile transfère de l'énergie thermique à la pièce dans laquelle se trouve le radiateur.

On considère un radiateur contenant 5,0 L d'huile portée à une température de 50 °C. On coupe l'alimentation du radiateur. Au bout d'un certain temps, l'huile est à la température de la pièce. L'énergie thermique transférée est de  $2,2 \times 10^2 \text{ kJ}$ .

Données:  $c_{\text{huile}} = 2,0 \times 10^3 \text{ J.kg.K}^{-1}$ ;  $d_{\text{huile}} = 0,81$ ;  $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$ .

1. Quel est le signe de la variation de l'énergie interne de l'huile?

2. Quelle est la température de l'huile du radiateur lorsqu'elle atteint celle de la pièce?

**N°23 p : 366. Une ou plusieurs couches ?** **COMPÉTENCES : Reasonner; argumenter**

Le tableau ci-contre indique les résistances thermiques de plusieurs matériaux ayant une surface de  $1,0 \text{ m}^2$  et une épaisseur de  $2,0 \text{ mm}$ .

Matériau	Résistance thermique en $\text{K.W}^{-1}$
Nylon	$8,0 \times 10^{-3}$
Cuir	$1,1 \times 10^{-2}$
Feutre	$5,5 \times 10^{-2}$

1. Quel est le matériau le mieux adapté pour un vêtement d'hiver? Justifier.

2. Quelle est la résistance thermique totale de plusieurs matériaux accolés les uns contre les autres?

3.a. Qu'y a-t-il entre deux vêtements superposés?

b. Pourquoi conseille-t-on de mettre plusieurs vêtements fins plutôt qu'un seul épais pour se préserver du froid?

Donnée : la résistance thermique d'une surface de  $1 \text{ m}^2$  d'air d'épaisseur égale à  $2 \text{ mm}$  a pour valeur  $R_{\text{h,air}} = 7,6 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$ .

**N°24 p : 367. Mesure d'une résistance thermique** **Compétences : Calculer ; estimer une incertitude**

Pour déterminer la résistance thermique d'un échantillon, on le place entre deux plaques d'aluminium de résistances thermiques négligeables. En serrant l'échantillon, on obtient une température homogène sur chaque face de l'échantillon. En réglant la puissance électrique d'un conducteur ohmique chauffant, on maintient :

- la face supérieure de l'échantillon à la température ambiante  $T_1$  ;
- la face inférieure de l'échantillon à une température  $T_2$ , inférieure à la température  $T_1$ .
- La puissance électrique du conducteur ohmique chauffant est égale au flux thermique.

On souhaite mesurer la résistance thermique d'une surface plane de polystyrène.

On impose sur la face inférieure de la plaque de polystyrène une température  $T_2 = 8,0 \text{ °C}$ . La face supérieure est maintenue à la température ambiante  $T_1 = 20,0 \text{ °C}$ . Le flux affiché par l'appareil de mesure est  $\phi = 0,100 \text{ W}$ .

1. Calculer la résistance thermique  $R_{\text{th}}$  de la plaque de polystyrène.

2. Le flux thermique mesuré par l'appareil est celui qui traverse la plaque supérieure d'aluminium, le polystyrène et la plaque inférieure d'aluminium.

a. Pourquoi la résistance thermique des plaques d'aluminium doit-elle être faible ?

b. On évalue la résistance thermique de chaque plaque d'aluminium à  $R_{\text{th}} = 3,2 \times 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ . Est-elle négligeable comme l'indique la notice?

3. L'appareil mesure les températures  $T_1$  et  $T_2$  à deux dixièmes de degré près. On estime à 6 % l'incertitude relative sur la mesure du flux thermique.

a. Quelle est l'incertitude de mesure sur le flux thermique  $\phi$  traversant la plaque ? Donner un encadrement de  $\phi$ .

b. L'incertitude de mesure  $U(\Delta T)$  sur l'écart de température  $\Delta T = T_1 - T_2$  a pour expression :  $U(\Delta T) = \sqrt{U(T_1)^2 + U(T_2)^2}$

Évaluer cette incertitude et donner un encadrement de  $\Delta T$ .

c. Lorsqu'une grandeur  $A$  a pour expression  $A = \frac{B}{C}$ , l'incertitude de mesure  $U(A)$  sur  $A$  peut être évaluée par :  $U(A) = A \cdot \sqrt{\left(\frac{U(B)}{B}\right)^2 + \left(\frac{U(C)}{C}\right)^2}$

$U(B)$  et  $U(C)$  étant respectivement les incertitudes sur  $B$  et  $C$ .

Donner l'expression de l'incertitude  $U(R_{\text{th}})$  sur la valeur de la résistance thermique de la plaque.

Donner un encadrement de  $R_{\text{th}}$  et écrire sa valeur associée à son incertitude.

Donnée: Le flux thermique s'écrit  $\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{\text{th}}}$

**N°25 p : 367. BAC. Four à micro-ondes** **Compétences : Mobiliser ses connaissances; calculer.**

Dans un four à micro-ondes, le magnétron émet des ondes de  $2\,450 \text{ MHz}$  dans la cavité du four où sont placés les aliments. Ces ondes sont absorbées par les molécules d'eau des aliments, soit directement, soit après réflexion sur les parois de la cavité. Cela provoque une oscillation de ces molécules d'eau qui entraîne une augmentation de la température des aliments. Les parties solides ou n'absorbant pas les micro-ondes chauffent au contact des parties chauffées directement par ces ondes.

1. Vérifier que les ondes décrites appartiennent bien au domaine des micro-ondes. On s'aidera du spectre des ondes électromagnétiques, p. 16.

2. Quels sont les modes de transfert thermique principalement mis en jeu lors du chauffage d'un aliment avec un four à micro-ondes?

3. Avec un four de puissance  $750 \text{ W}$ , on chauffe  $500 \text{ g}$  d'eau liquide. En  $1 \text{ min } 30 \text{ s}$ , la température de l'eau varie de  $18,2 \text{ °C}$  à  $40,8 \text{ °C}$ .

a. Calculer la variation d'énergie interne de l'eau liquide.

b. Calculer l'énergie consommée par le four au cours de son fonctionnement.

c. Calculer le rendement de conversion du four.

Donnée:  $c(\text{H}_2\text{O}(l)) = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

Rappel de Première S : le rendement de conversion est le rapport de l'énergie exploitable en sortie sur l'énergie utilisée en entrée.

**N°26 p : 367. Chauffage à reflux** **Compétences : Mobiliser ses connaissances ; rédiger.**

L'estérification de l'acide salicylique en aspirine se fait en présence d'anhydride éthanóique et à chaud. Comme pour de nombreuses synthèses organiques, on réalise un chauffage à reflux de solvant.

1. Schématiser et légénder le montage de chauffage à reflux.
2. Décrire les transferts thermiques et les phénomènes microscopiques mis en jeu.
3. Quel est l'intérêt d'un tel montage par rapport à un simple chauffage?

**Ch 4. N°27 p : 368. À chacun son rythme** **Compétences : Calculer; raisonner; exploiter une relation.**

Cet exercice est proposé à deux niveaux de difficulté. Dans un premier temps, essayer de résoudre l'exercice de niveau 2. En cas de difficultés, passer au niveau 1.

Pour conserver une boisson au frais pendant un repas, les restaurateurs proposent de plus en plus à leurs clients un sac plastique avec de l'eau froide plutôt qu'un seau en acier. L'intérêt n'est-il qu'esthétique?

Pour répondre à cette question, on s'intéresse à un sac en plastique et à un seau en acier de mêmes dimensions et contenant la même quantité d'eau froide à la température de 2 °C. On se place dans des conditions où on pourra négliger le transfert thermique par rayonnement.

La température ambiante est de 22 °C. Dans ces conditions, le flux thermique à travers la surface du sac en plastique est de 200 W.

Données : Flux thermique  $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$  La résistance thermique du seau en acier étudié a pour valeur  $R_{th\text{ acier}} = 2,4 \times 10^{-4} \text{ K.W}^{-1}$ .

**Niveau 2 (énoncé compact)**

1. Quels sont les modes de transfert thermique entre l'eau froide et l'extérieur?
2. Le sac en plastique conserve-t-il mieux au frais une bouteille qu'un seau en acier ayant les mêmes dimensions ?

**Niveau 1 (énoncé détaillé)**

1. a. On considère le système constitué de l'eau froide. Avec quoi ce système est-il en contact?
2. b. Quels sont les modes de transfert thermique entre ce système et l'extérieur?
3. a. Calculer la résistance thermique du sac en plastique.
  - b. Comparer les résistances thermiques du sac en plastique et du seau en acier.
  - c. Le sac en plastique conserve-t-il mieux au frais une bouteille qu'un seau en acier ayant les mêmes dimensions ?

**N°28 p : 368. Coup de chaud au bureau** **Compétences : Mobiliser ses connaissances; raisonner.**

L'amélioration des performances des processeurs d'ordinateur repose notamment sur l'augmentation du nombre de composants électroniques qu'ils contiennent. Si dans les années soixante-dix ces composants se comptaient par milliers, dans les années 2010, ils se comptent en milliards grâce une miniaturisation de plus en plus poussée.

Par effet Joule, un processeur peut chauffer bien plus qu'un fer à repasser! Un radiateur à ailettes, en contact avec le processeur, associé à un ventilateur, est nécessaire pour éviter la détérioration du processeur.

1. Expliquer comment un radiateur à ailettes permet de refroidir un processeur.
2. Pourquoi le refroidissement est-il plus efficace quand la surface des ailettes est importante et quand un ventilateur est associé au radiateur?
3. Certains constructeurs testent des modèles de processeurs à l'intérieur desquels de l'eau peut circuler. Justifier ce choix.

**p : 368-369 n°29. Un isolant, la laine de verre** **Compétences : Calculer; extraire des informations; exploiter une relation.**

On peut utiliser de la laine de verre pour isoler la toiture d'une maison. Plusieurs épaisseurs sont proposées par les fabricants. Paul et Olivia décident de déterminer la résistance thermique  $R_{th1}$  d'une surface  $S_1 = 1,0 \text{ m}^2$  d'une laine de verre 1 d'épaisseur  $e_1 = 60 \text{ mm}$  et la résistance thermique  $R_{th2}$  d'une surface  $S_2 = 1,5 \text{ m}^2$  d'une laine de verre 2 d'épaisseur  $e_2 = 240 \text{ mm}$ .

Paul mesure un flux thermique de 10 W lorsque la différence de température entre les deux faces de la laine de verre 1 est de 15 °C. Olivia soumet l'une des faces de la laine de verre 2 à une température  $T_A = 10 \text{ °C}$  et l'autre face à une température  $T_B = 30 \text{ °C}$ . Elle mesure une énergie transférée de 36 kJ à travers la laine de verre 2 pendant une durée de 2,0 h.

1. Calculer la résistance thermique  $R_{th1}$  de la laine de verre 1.
2. Calculer la résistance thermique  $R_{th2}$  de la laine de verre 2.

Lorsqu'on parle d'isolation thermique, on indique souvent la valeur de la conductivité thermique  $\lambda$ , d'un matériau.

Cette grandeur est liée à la résistance thermique d'une paroi plane de surface  $S$  et d'épaisseur  $e$  par :  $\lambda = \frac{e}{S R_{th}}$  avec  $e$  en m,  $S$  en  $\text{m}^2$  et  $R_{th}$  en  $\text{°C.W}^{-1}$ .

3. a. Quelle est l'unité de la conductivité thermique?
  - b. Calculer les conductivités thermiques respectives  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  des laines de verre 1 et 2.
4. Pourquoi la conductivité thermique caractérise-t-elle un matériau?
5. Exprimer le flux thermique traversant une paroi en fonction de  $X$ ,  $S$ ,  $e$  et de l'écart de température entre les faces.
6. Comment le flux thermique évolue-t-il lorsque l'on double la surface  $S$  de laine de verre?
7. Comment le flux thermique évolue-t-il lorsque l'on double l'épaisseur  $e$  de laine de verre?
8. Quels conseils peut-on donner à un particulier faisant construire sa maison afin de limiter les pertes d'énergie par la toiture ?

Donnée : Flux thermique  $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$

**N°30 p : 369. Identifier des transferts d'énergie** **Compétences : Raisonner; argumenter; calculer.**

Joachim a oublié, en plein soleil, sa canette de soda qui sortait du réfrigérateur à la température de 5 °C. La température ambiante est de 25 °C. Après environ une heure, la température de la canette se stabilise à 36 °C.

1. Décrire les différents transferts d'énergie subis par la boisson au cours de son réchauffement.
2. Lorsque la température est stabilisée, les transferts ont-ils cessés? Justifier.
3. La canette est en aluminium, sa masse est  $m_{Al} = 14 \text{ g}$ . Les 300 mL de boisson qu'elle contient peuvent être assimilés à de l'eau.

Calculer la variation d'énergie interne de la canette et du liquide entre sa sortie du réfrigérateur et la stabilisation de sa température.

Données :  $C_{eau} = 4,18 \times 10^3 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ;  $C_{Al} = 897 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ;  $\rho_{eau} = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$ .

**N°31 p : 369 CD Stop ! Compétences : Raisonner; calculer.**

Une voiture de masse  $m = 1\,150\text{ kg}$  roule à  $130\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Le conducteur freine brutalement pour éviter un obstacle. La voiture s'arrête au bout de  $145\text{ m}$ . Ce freinage provoque un fort échauffement des freins.

1. Quelle est la conversion d'énergie qui se produit lors du freinage ?
2. Quelle est la valeur de l'énergie transférée au niveau du système de freinage en négligeant tous les autres transferts ?
3. Si toute cette énergie était transférée à une masse  $m = 5,0\text{ kg}$  d'eau, quelle serait l'élévation de température de cette eau ?

Données :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $\rho_{\text{eau}} = 1,00\text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Ch.14. POUR ALLER PLUS LOIN.****N°32 p : 369. Récupérer de l'énergie gratuite dans la nature Compétences : Mobiliser ses connaissances; faire preuve d'esprit critique.**

L'installation de pompes à chaleur (PAC) pour chauffer des habitations individuelles ou collectives est encouragée par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Ce type de machine thermique permet d'exploiter l'énergie thermique de l'air environnant (aérothermie), du sous-sol (géothermie) ou de nappes d'eau souterraines (hydrothermie).

On souhaite chauffer, à l'aide d'une pompe à chaleur aérothermique, une habitation qui, en trois heures, perd  $874\text{ J}$  par transfert thermique avec l'extérieur.

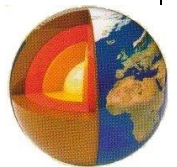
Au cours d'un cycle de fonctionnement, la pompe à chaleur est alimentée par le biais d'une prise de courant et reçoit un travail  $W$ . L'air extérieur est à la température  $T_{\text{ext}}$ , la pompe à chaleur y puise une énergie thermique  $Q_{\text{ext}}$  L'intérieur de l'habitation, que l'on souhaite maintenir à la température  $T_{\text{int}}$ , reçoit de la part de la pompe à chaleur un transfert thermique  $Q_{\text{int}}$ .

1. Pour le système {pompe à chaleur}, établir le bilan énergétique durant un cycle de fonctionnement.
2. Le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur est défini comme la valeur absolue du rapport de la puissance thermique fournie par la machine et de la puissance électrique nécessaire à son alimentation. Exprimer le coefficient de performance de la pompe à chaleur en fonction des différentes grandeurs apparues dans le bilan énergétique.
3. Quelle énergie électrique consomme une pompe à chaleur dont le coefficient de performance vaut 4 lors du chauffage pendant 3 heures de l'habitation décrite ?
4. Pourquoi l'ADEME encourage-t-elle l'installation de pompes à chaleur ?

**Ch.14. N°33 p : 370. SVT. Convection in Earth's mantle Compétences : Extraire des informations.**

Contained fluids heated from below spontaneously organize into convection cells when sufficiently far from conductive equilibrium.[...] At mantle conditions rocks are generally treated as fluids. [...]

Mantle convection is quite different from the usual pot-on-a-stove metaphor. [...] The missing element in laboratory and kitchen experiments, and most computer simulations, is pressure. The mantle is heated from within, cooled from above. [...] All of these effects drive convective motions. Extrait de <http://www.mandeplumes.org/Convection.html>



Donnée : Vocabulaire : stove : cuisinière.

1. Quels sont les différents modes de transfert thermique ?
2. Lequel de ces modes est principalement mis en jeu dans le cas d'une casserole pleine d'eau chauffée et dans celui du manteau terrestre ?
3. Quel phénomène physique est à l'origine du chauffage interne des roches mantelliques ?
4. Le modèle du fluide chauffé dans une casserole est-il adapté à la description des transferts thermiques dans le manteau terrestre ?

**Ch.14. N°34 p : 370. Que calor ! Compétences : Mobiliser ses connaissances; raisonner; faire preuve d'esprit critique.**

La calorimétrie est l'ensemble des techniques de mesure de transferts thermiques. Elle permet de déterminer des énergies de changement d'état et des capacités thermiques. Un calorimètre à vase de Dewar est un récipient métallique muni d'un couvercle et d'un système d'agitation, dans lequel est placé un vase à double paroi dont les parois sont en verre, argentées et séparées par du vide. Ce vase est appelé vase de Dewar. On peut considérer que le contenu du vase est thermiquement isolé de l'extérieur.

Dans le but de déterminer la capacité thermique massique  $c_2$  du cuivre solide, on place dans un calorimètre une masse  $m_1 = 80,1\text{ g}$  d'eau liquide. À l'équilibre thermique, la température à l'intérieur du calorimètre est  $T_1 = 16,4\text{ }^\circ\text{C}$ .

Dans une étuve, on chauffe un bloc de cuivre solide de masse  $m_2 = 62,3\text{ g}$ , sa température est  $T_2 = 75,0\text{ }^\circ\text{C}$ . Très rapidement, on place ce bloc dans l'eau du calorimètre que l'on referme. Quand le nouvel état d'équilibre thermique est atteint, la température à l'intérieur du calorimètre est  $T_f = 20,4\text{ }^\circ\text{C}$ .

1. Justifier la phrase du texte en italique.
2. Exprimer la variation d'énergie interne du système {cuivre} en fonction des températures.
3. Établir le bilan énergétique pour ce système. Quel est le signe des différentes grandeurs qui y apparaissent ?
4. En déduire l'expression de la capacité thermique massique  $c_2$  du cuivre et la calculer. On notera  $C_{\text{cal}}$  la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires (agitateur, thermomètre, etc.).
5. La valeur de  $c_2$  lue dans les tables thermodynamiques est  $0,390\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Identifier toutes les sources d'erreur lors de sa détermination. Comment améliorer le résultat ?

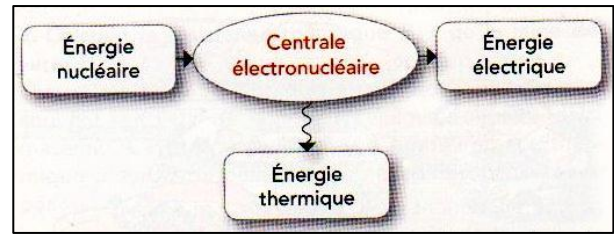
Données : pour l'eau liquide  $c_1 = 4,18\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; pour le calorimètre et ses accessoires  $C_{\text{cal}} = 8,5\text{ J}\cdot\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .



**BAC. p : 370-371 n°35 . Centrale électronucléaire** **COMPÉTENCES : Mobiliser ses connaissances ; raisonner; calculer.**

En France, en 2011, environ 75 % de la production d'électricité est réalisée dans des centrales électronucléaires. L'énorme énergie libérée par la fission de l'uranium 235 ne peut techniquement pas être entièrement convertie en énergie électrique. Pour évacuer l'énergie non convertie, la centrale doit être équipée d'un circuit d'eau de refroidissement. Les centrales électronucléaires sont donc construites à proximité de rivières, fleuves, mers ou océans. Ce circuit de refroidissement est un élément crucial pour la sécurité, car, s'il n'est plus alimenté en eau, la température peut augmenter jusqu'à la fusion du cœur du réacteur. C'est ce qui s'est passé lors de l'accident nucléaire de Fukushima en mars 2011.

Le fonctionnement d'une centrale électronucléaire est modélisé par la chaîne énergétique suivante :



Le cœur du réacteur fournit à la centrale une énergie thermique  $Q$ . L'eau du circuit de refroidissement est à la température initiale  $T = 16\text{ °C}$  et la centrale lui fournit une énergie thermique  $Q'$ . Le travail électrique fourni par la centrale au réseau électrique est noté  $W$ . Le rendement de conversion de la centrale vaut 33 %.

- Établir le bilan énergétique de la centrale en précisant le signe des grandeurs qui interviennent.
- Comment se traduit la conservation de l'énergie lors du fonctionnement de cette centrale ?
- Définir le rendement de conversion  $\rho$  de cette centrale électronucléaire.
- Déduire de ce qui précède l'expression du transfert thermique entre la centrale et l'eau du circuit de refroidissement en fonction de  $W$  et  $\rho$ .
- Quelle est la conséquence pour l'eau du circuit de refroidissement de ce transfert thermique ?
- Ce circuit de refroidissement a un débit massique de  $4,2 \cdot 10^4\text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ .
  - Exprimer la masse d'eau correspond au fonctionnement de la centrale pendant 10 min.
  - Quelle est l'élévation de la température de cette masse d'eau au cours de cette durée sachant que le travail électrique fourni par la centrale est de  $5,4 \cdot 10^{11}\text{ J}$ .
- Quel est l'effet d'une augmentation du débit de l'eau dans le circuit de refroidissement sur la température de cette eau ?  
Donnée : pour l'eau liquide :  $c = 4,18\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

**RETOUR SUR L'OUVERTURE DU CHAPITRE. (Ch.14 : Transferts macroscopiques d'énergie).****BAC. N°37 p : 372. Double ou simple vitrage ?** **COMPÉTENCES : Exploiter un graphique; calculer.**

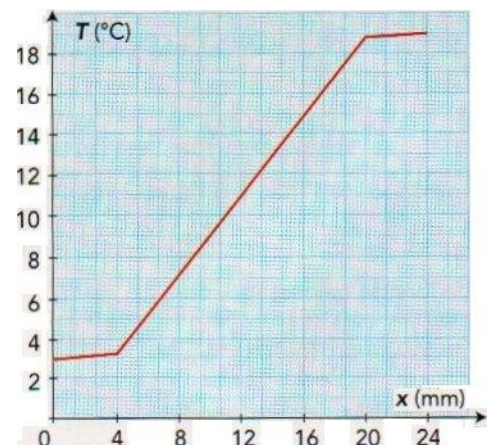
Le vitrage d'une fenêtre d'immeuble a une surface  $S = 2,4\text{ m}^2$ . Il est constitué de deux vitres d'une épaisseur  $e_1 = 4,0\text{ mm}$  chacune, séparées par une couche d'air d'épaisseur  $e_2 = 16\text{ mm}$ . Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la température dans un double vitrage en fonction de la distance  $x$  mesurée depuis la face extérieure.

Les températures des deux faces externes du double vitrage sont constantes au cours du temps; la valeur  $\phi$  du flux thermique qui traverse l'ensemble est de  $62,2\text{ W}$ .

Un double vitrage est un dispositif qui améliore l'isolation thermique d'une habitation. Il permet de réduire la sensation de paroi froide et la condensation en hiver. Un double vitrage est une paroi vitrée constituée de deux vitres séparées par de l'air. Cet air est parfois remplacé par des gaz rares qui améliorent ses performances isolantes, comme l'argon ou le krypton.

- Quelle est la température de l'air extérieur et celle de l'air contenu dans l'immeuble ?
- Calculer la température de la face intérieure de la vitre en contact avec l'air extérieur à l'immeuble. La courbe confirme-t-elle ce résultat ?
- Calculer la résistance thermique de la paroi vitrée.
- a. On remplace le double vitrage par un simple vitrage d'épaisseur  $e_3 = 24\text{ mm}$ .  
Dans les mêmes conditions de températures extérieure et intérieure à l'immeuble, calculer le flux thermique qui traverse ce vitrage.  
b. Quel est l'intérêt du double vitrage par rapport au simple vitrage ?
- Comparer la résistance thermique de la paroi en double vitrage avec celle du mur en béton de même surface et de  $20\text{ cm}$  d'épaisseur. Conclure.

Données : Flux thermique  $\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{T_1 - T_2}{R_{th}}$  ; Résistance thermique d'une paroi de  $2,4\text{ m}^2$  :



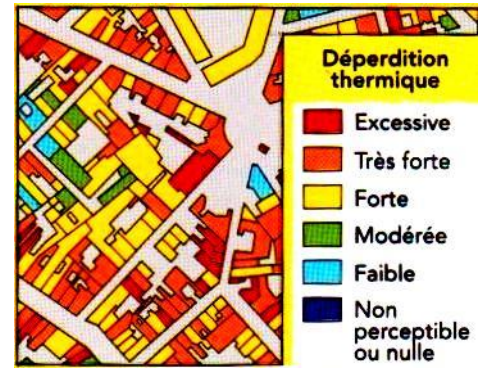
Matériau	$R_{th}$ ( $\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ )
Vitre de 4 mm d'épaisseur	$1,4 \times 10^{-3}$
Vitre de 24 mm d'épaisseur	$8,3 \times 10^{-3}$
Béton de 20 cm d'épaisseur	$8,3 \times 10^{-2}$

**COMPRENDRE UN ENONCE.****BAC. N°38 p : 373. COMPÉTENCES : Mobiliser ses connaissances : calculer.****Thermographie et isolation**

Selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), 25 à 30 % des pertes thermiques d'un bâtiment se font par le toit. Aussi, de nombreuses communautés de communes ont lancé des campagnes de thermographie aérienne dans le but de sensibiliser le public à ces pertes. Une caméra thermique préalablement étalonnée mesure des flux de rayonnement. Sur la carte thermographique, une couleur est attribuée à chaque toit en fonction du flux mesuré. En tenant compte de la nature du matériau et de la température extérieure, il est de plus possible de calculer la température du toit.

**Questions à se peser à la lecture de l'énoncé**

- Comment calculer le flux thermique traduisant ces pertes ?
- Y a-t-il d'autres modes de transfert thermique mis en jeu ici ?
- Que représentent les différentes zones colorées sur la carte ?
- Quelle information peut-on déduire de cette carte ?

**Questions :**

- Q1. Quel mode de transfert thermique permet la mesure de flux thermique par la caméra embarquée dans l'avion?
- Q2. Dans le quartier du Jardin botanique de Bordeaux, les mesures thermographiques (voir carte ci-dessus) ont été réalisées la nuit en février 2009. Pourquoi les toits mal isolés sont-ils plus chauds que l'air environnant l'extérieur?
- Q3. On mesure pour un toit en tuiles, d'épaisseur 10 mm et de surface 100 m<sup>2</sup>, un flux thermique de 170 kW. Calculer la résistance thermique  $R_{th}$  de ce toit en tuiles pour une température intérieure de 16 °C et une température extérieure de -1 °C.
- Q4. On désire réduire ce flux d'un facteur 200 en posant une couche isolante de laine de verre.
- a. Quelle est la résistance thermique du système {laine de verre + tuile} ainsi constitué ?
  - b. Sachant que la résistance d'une paroi d'épaisseur  $e$  et de conductivité thermique  $\lambda$ , est donnée par  $R_{th} = e / \lambda.S$ , quelle épaisseur de laine de verre doit-on poser pour isoler ce toit?

Données : • Le flux thermique  $\phi$ , en watt, d'une paroi plane de surface  $S$  et de résistance thermique  $R_{th}$  est donné par la relation :  $\phi = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$   
 où  $T_{ext}$ ,  $T_{int}$  sont les températures de part et d'autre de la paroi, exprimées en kelvin (K) ou en degré Celsius (°C).  
 •  $\lambda$  (laine) = 0,04 W . rn<sup>-1</sup> . K<sup>-1</sup>.

**Compétences à mobiliser :**

- Q1. Extraire des informations \*
- Q2. Mobiliser ses connaissances. \*
- Q3. Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces.
- Q4. Mobiliser ses connaissances\*. Raisonner ; Calculer.

\* Compétence transversale.